

*Розглянуто питання безпеки активних енергетичних систем з позицій суб'єктивного аналізу, визначені елементи проблемно-ресурсного аналізу, встановлені основні поняття, категорії, функції переваг та визначена структура множини можливих станів, ресурсів і цілей*

*Ключові слова: активна система, енергетична система, проблема*

*Рассмотрен вопрос безопасности активных энергетических систем с позиций субъективного анализа, обозначены элементы проблемно-ресурсного анализа, установлены основные понятия, категории, функции предпочтений и определена структура множества возможных состояний, ресурсов и целей*

*Ключевые слова: активная система, энергетическая система, проблема*

*This article represents the safety issue of active power systems from positions of the subjective analysis, designating the elements of the problematic-resource analysis, establishing the basic concepts, categories, functions of preferences, definition of the structure of set of possible conditions, resources and purposes*

*Keywords: active system, a power system, a problem*

# БЕЗПЕКА АКТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З ПОЗИЦІЙ МЕТОДІВ СУБ'ЄКТИВНОГО АНАЛІЗУ

**Ю.Т. Гуз**

Кандидат технічних наук доцент, заступник декана\*\*

**І.В. Прохоренко**

Асистент\*

E-mail: Proshorenko\_I@mail.ru

**А.Л. Тіміна**

Кафедра авіаційних двигунів\*

**М.О. Плахова\***

\*Кафедра автоматизації та енергоменеджменту  
Аерокосмічний інститут\*\*

\*\*Національний авіаційний університет  
пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058  
Контактний тел.: (044) 406-70-58

## 1. Вступ

Поняття «безпека активних систем» докорінним чином відрізняється від поняття безпеки техногенних, екологічних, економічних, соціальних та інших систем. Не дивлячись на те, що у всіх цих системах присутня людина, її роль зазвичай постає під іншим кутом зору в порівнянні з тим, як це робиться у рамках підходу методів суб'єктивного аналізу із врахуванням ентропії суб'єктів навчання як центрального елемента активної системи.

Безпека активної системи – це безпека суб'єкта – ядра активної системи. Активною системою в свою чергу називають систему, що існує у певних просторово-часових межах та включає у себе суб'єкта, який приймає участь у функціонуванні системи, керуванні системою, а також задіяні ресурси.

Якщо суб'єкт може потрапляти у ситуації різного ступеня безпеки, то безпека буде розумітися як його захищеність від потрапляння у ці ситуації. Найбільш негативною є та ситуація, яка може привести до «загибелі» суб'єкта.

Оскільки безпека активної системи, з одного боку, – об'єктивна характеристика, а, з іншого, при виборі стратегії підтримки безпеки сприймається суб'єктом на суб'єктивному рівні, то, в решті-решт, і рішення, що сприймаються ним з приводу безпеки, носять суб'єктивний характер.

Актуальність проблеми забезпечення безпеки дуже зросла на сьогоднішньому етапі розвитку суспільства, коли в силу непередбачених техногенних та екологічних наслідків надзвичайних випадків поставлено під сумнів саме існування людського суспільства.

Аварійні режими сучасних об'єднаних енергосистем неминучі, як неминучі інфекційні епідемії у сучасному суспільстві. Аварія у енергосистемі – порушення нормального режиму всієї чи значної частини енергетичної системи, яке пов'язане з ушкодженням устаткування, тимчасовим недопустимим погіршенням якості електроенергії або пошкодженням безперебійного електропостачання споживачів. Аварії у енергосистемах часто називають словом блекаут або системними аваріями.

В усіх відомих аваріях, як показав проведений аналіз, задіяний вплив так званого «людського фактору», тобто помилок проектування, недостатньої уваги до норм технічного забезпечення роботи енергосистеми, невідповідних експлуатаційних дій персоналу на різних етапах розвитку аварії. Одним з таких факторів є хронічне неприйняття енергетиками західних країн ідей про необхідність постійного вдосконалення систем протиаварійного управління, які повинні розвиватися паралельно, а краще за все випереджаючими темпами по відношенню до інших систем режимного регулювання, перспективність

яких може дозволити більш ефективно функціонування енергосистем.

## 2. Формування цілей статті

Метою даної статті є дослідження безпеки активних енергетичних систем з позицій суб'єктивного аналізу, ознайомлення та визначення основних елементів проблемно-ресурсного аналізу, його основних категорій та понять.

## 3. Основні аспекти проблеми

На сьогодні забезпечення безпеки енергосистем відіграє велику роль у житті суспільства, адже у наш сповнений різноманітними досягненнями науки й техніки час, у час, коли людина не може уявити своє життя без телевізору, мікрохвильової печі, простого світла від звичайних ламп, будь-яка проблема з поставкою енергії до осель зводиться до рангу катастрофи. Тим паче глобальним лихом вважається більш крупна аварія на підстанції, оскільки вона може призвести не лише до нездатності людини забезпечити свої побутові потреби, але й виходячи на більш високий рівень, призведе до економічних, промислових, екологічних втрат.

Із зазначеного вище можна зробити висновок, що проблема забезпечення безпеки енергосистем і існуюча проблема активних систем тісно ув'язані між собою з впливом одна на одну у таких важливих галузях: як екологія, економіка, промисловість, соціологія, політологія, електропостачання та ін. У статті наведена перша спроба розглянути це питання з позицій методів суб'єктивного аналізу, який на нашу думку може надати у сукупності з традиційними методами оцінки технічного стану обладнання, і впливу на нього задіяних суб'єктів, більш об'єктивну оцінку в цілому у нештатних ситуаціях.

На базі проведеного аналізу відомих аварій у енергосистемах було виявлено, що їх безпосередньою причиною став вплив або ж бездіяльність суб'єктів цих систем. Так, серед причин аварії у США 1965 р., відзначають окремо помилки проектувальників, серед причин аварії у США 1977 р., відомої під назвою «Ніч жахів», окремо наголошують на помилках з боку диспетчерського персоналу. Слід відмітити, що у США від найбільшого в історії людства – збою в енергосистемі 14 серпня 2003 року було нанесено збитки у розмірі 6 млрд. доларів. Серед причин «Великого блекауту – 2003» називають помилки обслуговуючого персоналу та надмірне покладання надій на спрацювання комп'ютерного обладнання. Стосовно країн Європи найяскравішим прикладом впливу суб'єктивного фактору на розвиток аварії у енергосистемі, є «Великий італійський блекаут 2003 р.». У той день лінії виявилися перевантаженими, тому швейцарські та італійські диспетчери почали по телефону в'ясняти відносини. Поки вони сперечались, лінії почали аварійно вимикатися, й 56 млн. італійців залишилися без електрики. Повністю електропостачання відновили через 16 годин. Слід також згадати, що серед причин найбільшої аварії

у енергосистемі РФ – аварії на підстанції «Чагіно», яка трапилась 25 травня 2005 р., відзначають помилки диспетчерського персоналу, який приступив до управління режимами електростанцій замість відключення споживачів.

З наведеного вище очевидно, що всі аварії в енергосистемах повинні розглядатися не лише з позицій суто технічних, а й з урахуванням суб'єктивного фактору, який безперечно має вплив на виникнення, розвиток та тривалість аварії. Саме від кваліфікованості персоналу, його досвідченості та здатності швидко приймати рішення у непередбачуваних, критичних ситуаціях залежить безпека енергосистеми, тому й безпека країни в цілому.

Термін «суб'єктивний аналіз» тісно пов'язаний із поняттям «активної системи», системи, в якій головним елементом є людина – суб'єкт.

Існування активних систем та існування і діяльність суб'єктів – факт об'єктивний. Таким чином таке евристичне розуміння дозволяє зробити висновок про необхідність при розв'язуванні проблемно-ресурсної ситуації враховувати суб'єктивність як об'єктивний фактор. Для з'ясування, що розуміється під терміном «проблемно-ресурсна ситуація» слід звернути увагу, що проблемно-ресурсний аналіз базується в першу чергу на понятті «проблеми».

Проблема нами розуміється як усвідомлена невідповідність між існуючим станом активної системи і бажаним станом. Іншими словами, «проблема» – усвідомлене бажання суб'єкта, або усвідомлена перевага як наслідок бажання.

В цьому значенні присутні як мінімум 2 стани:  $\sigma_e$  – існуючий і  $\sigma_d$  – бажаний, а також «носіє» цього «усвідомленого бажання» – суб'єкт.

Передбачається, що бажання суб'єкта розподілені на деякій множині  $S_a$  (або  $W_a$ , якщо до бажання суб'єкта відноситься альтернативність шляхів чи стратегій руху у просторі станів).

Тоді проблема може інтерпретуватися як упорядкована пара символів:

$$P: \sigma_e \langle \sigma_d \text{ або } P: \sigma_e \langle \forall \sigma_d \in S_d \subset S_a .$$

Проблема ув'язана з існуючим станом  $\sigma_e$  суб'єкта навчання, а множина проблем – з множиною  $S_a \subset S_e$ . Вибір  $S_a$  з  $S_e$  є компетенцією суб'єкта, а отже він є суб'єктивним.

Після проблеми ресурси складають другу найважливішу категорію проблемно-ресурсного аналізу.

У проблемно-ресурсній ситуації до ресурсів відносяться будь-які засоби та фактори, які свідомо використовує або має намір використовувати суб'єкт особисто для розв'язання своїх проблем, чи розглядає їх як очікуваний результат розв'язання проблем. З точки зору «належності» ресурсів нами введені поняття активних ресурсів  $R_a$  та пасивних  $R_p$ , де  $R_a$  – це особисті ресурси суб'єкта системи (інтелектуальні, фізичні, часові) – внутрішні (ендогенні) ресурси, що дозволяють суб'єкту діяти, управляти системою, виконувати усі операції для того, щоб система існувала, функціонувала і розвивалась, була інструментом для вирішення «його» перманентно виникаючих потреб.

Пасивні ресурси  $R_p$  – це ресурси, що знаходяться у системі у межах компетенції суб'єкта, які він може направляти на рішення «його» проблем. Визначаючи поняття «проблемно-ресурсної ситуації» можна сказати, що вона представляє собою упорядковану пару подій, в якій пізніша подія характеризується більш переважним станом у порівнянні з попереднім станом і відповідними ресурсами, що мають, у початковий момент часу, поєднаними з даною проблемою  $P$ . Таким чином визначення «проблемно-ресурсної ситуації» можна здійснити за наступним математичним формулюванням:

$$M: (P: (\sigma_1, \sigma_2 \in S' \subset S); t_1, t_2 \in \tau' \subset \tau, R). \quad (1)$$

Вивчення структури множини  $M$  і її властивостей складають задачу проблемно-ресурсного аналізу.

У цій множині можна виділити деякі характерні підмножини еквівалентних ситуацій, ситуації, що не вирішуються, підмножини «без входу» та «без виходу» і підмножину «катастрофічних ситуацій»  $M$ , яка веде до руйнування системи та її ліквідації в цілому.

Окрім активної системи має місце пасивна система, яка нами розуміється як система (наприклад, суто технічна або природна), що не включає активних елементів.

При проведенні принципової межі між активною та пасивною системами головним і найважливішим робочим постулатом є принцип суб'єктивної оптимальності. В його формулюванні під час оперування розподілами переваг головна роль відводиться введеній ентропії переваг на множині альтернатив  $S_a$  – суб'єктивній ентропії.

Введена ентропія може виражатись через суб'єктивні переваги, що розподілені на множині альтернатив, результат яких є суб'єктивні уявлення, попереднього аналізу різних кількісних та якісних характеристик віртуального суб'єкта.

Для того, щоб надати множині проблем та множині  $S$  деяку кількісну характеристику, яка установлює в якій мірі один стан переважливий іншого, на множині  $S$  введемо функцію переваг  $\pi(\sigma, \dots)$ .

Функція переваг, у якої величина не залежить від того, в якому стані знаходиться система в даний

момент ми тлумачимо як функцію абсолютної переваги (або безсумнівної переваги) нами позначається через  $\pi(\sigma), \sigma \in S$ .

Також нами передбачається, що функція переваг визначена для всіх  $\sigma \in S$  і нормована на  $S$ .

Якщо  $S$  містить кінцеву (або рахункову) множину станів, покладемо, що:

$$\sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i) = 1; \pi(\sigma_i) \geq 0; (\forall \sigma_i \in S). \quad (2)$$

У найпростішому випадку  $S$  містить тільки два можливих стани  $\sigma_1$  і  $\sigma_2$ .

Визначимо відношення переваг  $\sigma_1 \geq \sigma_2$ . Функція абсолютної переваги:

$$\pi(\sigma) = \begin{cases} \pi_1, \sigma = \sigma_1 \\ \pi_2, \sigma = \sigma_2 \end{cases}; \pi_1 + \pi_2 = 1 \quad (3)$$

Якщо  $\pi_1 > \pi_2$ , то  $\sigma_1 > \sigma_2$ ; якщо  $\pi_1 < \pi_2$ , то  $\sigma_1 < \sigma_2$  і якщо  $\pi_1 = \pi_2$ , то  $\sigma_1 \approx \sigma_2$ .

Функція переваг, яка залежить від стану, в якому знаходиться система на даний момент, чи знаходилась в минулому, називається відносною (або умовною) і позначається через  $\pi(\sigma_j / \sigma_i)$ , де  $\sigma_i$  – стан, в якому знаходиться система (актуальний стан), або знаходилась у минулому.

Таким чином, вищевказане нами розглядається як спроба розробити інструмент для вирішення питань впливу суб'єктивного фактору на прийняття рішення суб'єктами, що задіяні у вирішенні проблемно-ресурсної ситуації.

---

#### 4. Висновок

---

Запропонована робота носить початковий характер у питаннях дослідження безпеки активних енергетичних систем з позицій суб'єктивного аналізу, ознайомлення та висвітлення елементів проблемно-ресурсного аналізу, його основних понять, категорій, функцій переваг та визначення структури множини можливих станів, ресурсів і цілей.

---

#### Література

1. Стратанович Р.Л., Ценность информации при невозможности наблюдения оцениваемой случайной величины // Техническая кибернетика. №3. [Текст] / Стратанович Р.Л., Гришанин Б.Л. — М.: АН СССР, 1966. — 137 с.
2. Хакен Г. Информация и самоорганизация [Текст] / Хакен Г. — М.: Мир, 1991. — 240 с.
3. Адрианов И.В. Асимптотическая математика и синергетика [Текст] / Адрианов И.В., Баранцев Р.Г., Малевич Л.И. — М.: УРСС, 2004. — 304 с.
4. Касьянов В.А. Субъективный анализ [Текст] / Касьянов В.А. — К.: НАУ, 2007. — 512 с.
5. Касьянов В.А. Элементы субъективного анализа [Текст]: Монография / Касьянов В.А. — К.: НАУ, 2003. — 224 с.